

APPARATUS FOR ELECTRO-CHEMICALLY FORMING AND FINISHING GEARS

Patent number: CH503547
Publication date: 1971-02-28
Inventor: WILLIAM ANDREW HAGGERTY (US); CHARLES EVANS FOERTMEYER (US)
Applicant: CINCINNATI MILACRON INC (US)
Classification:
- international: B23H9/00; B23H9/00; (IPC1-7): B23P1/04; B23F1/00
- european: B23H9/00C
Application number: CH19680014958 19681007
Priority number(s): US19670684454 19671120

Also published as:
 US 3499830 (A1)
 G B1217410 (A)
 F R1587261 (A)
 DE 1800693 (A1)
 S E352832 (B)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CH503547

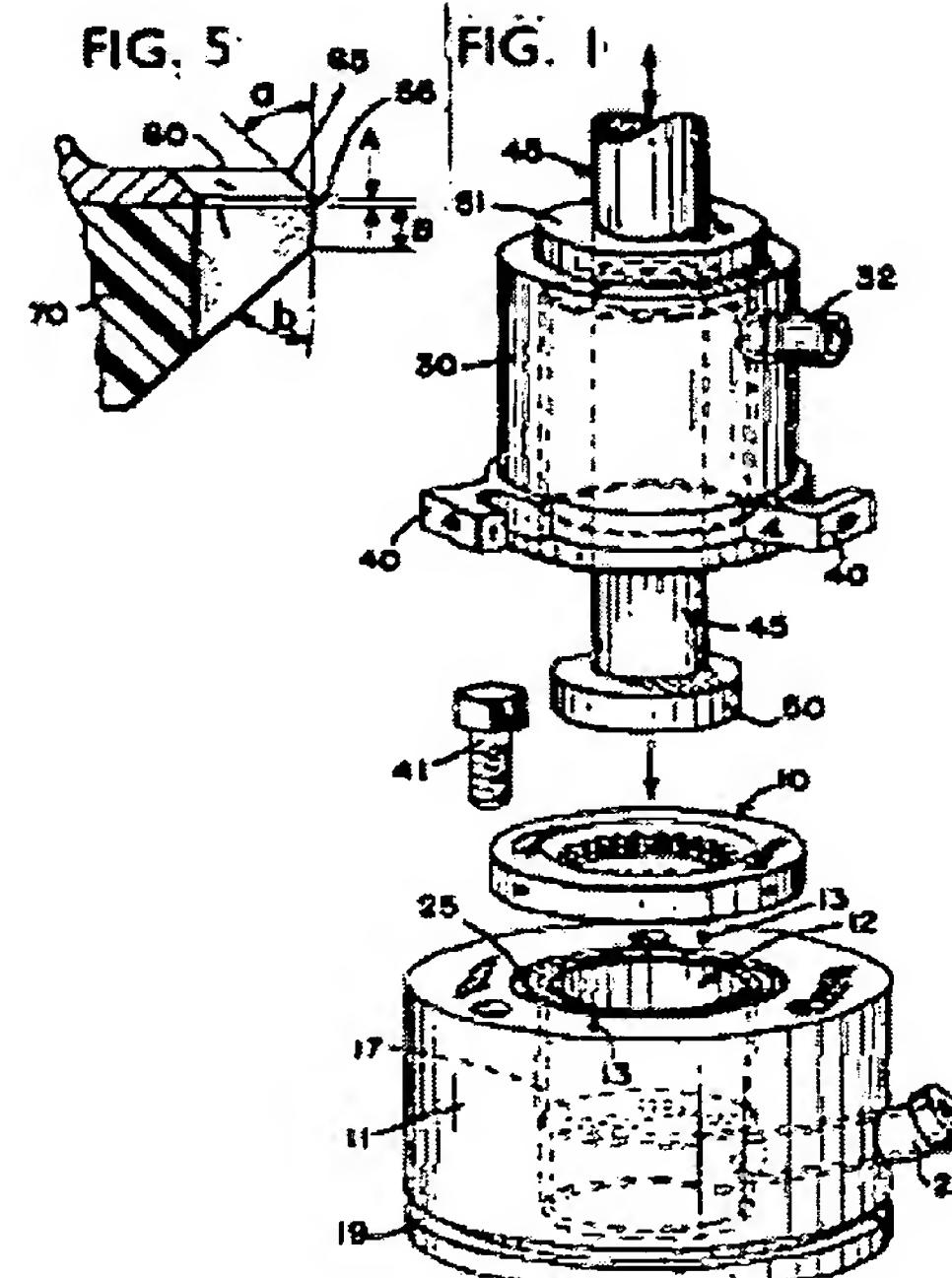
Abstract of corresponding document: GB1217410

1,217,410. Electro-machining gears.

CINCINNATI MILACRON Inc. Nov.20, 1968

[Nov.20, 1967] No.55096/68 Heading C7B.

Gears are electro-chemically formed and finished from a conductive workpiece 50, e.g. of steel, in a single operation using a machining tool 10 having a plurality of radially-extending projections for forming the gear teeth which are bounded by a finishing machining surface 55 parallel to the direction of relative advance of the tool and having dimensions and a profile determining the final dimensions and shape of the finished workpiece, a frontal machining surface 60 normal to the finishing surface to form initial openings in the workpiece corresponding generally to the shape of the teeth to be formed, and a tapered machining surface 65 extending between the finishing and frontal surfaces to enlarge the openings as the tool is advanced at constant rate into the workpiece. Preferably insulating resin 70 abuts and is flush with the finishing surface and extends to the rearmost extent of the tool to provide smooth flow of electrolyte over each machining surface and prevent further machining of the workpiece. The axial dimension A of the finishing surface is preferably 0 003 to 0 005 inch. As shown, the tool 10 is mounted on a base member 11, over an O-ring seal in a groove 25 surrounding a cavity 12 therein. Preferably a low pressure head 30, with similar cavity and O-ring seal, is positioned above the tool to maintain back pressure on the electrolyte between the tool and workpiece to ensure its flow, e. g. from inlet pipe 20 to exit pipe 32. A flow plate and filter 17 may be provided in the cavity 12. Both cavities and pipes may be plastic lined. A seal 51 may also be provided between the workpiece holder 45 and the low pressure head 30. A plurality of openings may be provided in the frontal surface 60, Fig. 8 (not shown) as an additional path for electrolyte flow. The electrolyte, e. g. NaNO₃ + NaCl solution, may be passed through a heat exchanger prior to being recirculated into the



BEST AVAILABLE COPY

space between the workpiece and tool. The workpiece may be rotated as it is advanced in to the tool to machine helical gears, Fig.9 (not shown).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: B 23 p 1/04
B 23 f 1/00

Gesuchsnr.: 14938/68
Anmeldedatum: 7. Oktober 1968, 17 1/2 Uhr
Priorität: USA, 20. November 1967 (684454)

Patent erteilt: 28. Februar 1971
Patentschrift veröffentlicht: 15. April 1971

HAUPTPATENT

Cincinnati Milacron Inc., Cincinnati (Ohio, USA)

Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern

William Andrew Haggerty und Charles Evans Foertmeyer, Cincinnati (Ohio, USA), sind als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektrochemischen Herstellung von Zahnrädern aus einem vollen Rohling in einem einzigen, ununterbrochenen Arbeitsgang, wobei zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück ein Elektrolyt hindurchgeleitet und eine elektrische Spannung derart angelegt ist, daß das Werkstück in bezug auf das Werkzeug die Anode bildet.

Werkzeugmaschinen zur Durchführung von elektrochemischen Bearbeitungen an elektrisch leitenden Werkstücken der unterschiedlichsten Gestalt sind bereits bekannt. Das Material des Werkstückes kann hierbei eine mehr oder weniger große Härte aufweisen. Bei dieser Art der Bearbeitung von Werkstücken treten jedoch Probleme in bezug auf die abschließende Bearbeitung des Gegenstandes mit sehr genauen Toleranzen auf. Dies hat zur Folge, daß die Einflußgrößen, wie die Spannung, die Vorschubgeschwindigkeit, die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten und die Temperatur sowie die Gestalt der Elektrode oder des Werkzeuges in engen Toleranzen gehalten werden müssen. Ein Endprodukt mit sehr kleinen Toleranzen kann unter bestimmten Umständen durch vorausgehende Bearbeitung des Werkstückes auf die annähernd endgültige gewünschte Gestalt und daran anschließendes elektrochemisches Bearbeiten durchgeführt werden, wie es in den schweizerischen Patenten Nrn. 495 813 und 475 067 der gleichen Anmelderin beschrieben ist. Die Größe der Abtragung wird bei derartigen Elektroden sehr klein, und deshalb ist die durch die Veränderung der Bearbeitungsparameter bedingte Gesamtwirkung entsprechend gering.

Anderseits ist es häufig von Vorteil, einen Gegenstand aus einem vollen Rohling ohne vorausgehende Bearbeitung desselben herzustellen. Das eine elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug muß deshalb den Rohling im wesentlichen auf die endgültig gewünschte Gestalt bearbeiten und dann eine abschließende Bearbeitung durchführen, bei der die genauen Abmessungen erreicht und eingehalten werden. Diese beiden Arbeitsgänge sollen auf einmal durchgeführt werden. Bisher war es nicht möglich, Gegenstände kom-

2

plizierter Gestalt, wie beispielsweise Zahnräder, in einem einzigen Arbeitsgang herzustellen, da die verschiedenen Oberflächen gleichzeitig hergestellt werden müssen, wobei gleichzeitig sehr kleine Toleranzen eingehalten werden müssen.

Die Schwierigkeiten, die in bezug auf die Anfertigung des Werkstückes auftreten, liegen in der Einhaltung und Aufrechterhaltung der genauen Abmessungen des endgültigen Werkstückes. Versuche mit Werkzeugen, die nur eine sich erweiternde Oberfläche zur Bearbeitung verwickelter Formen, wie beispielsweise innen bzw. außen verzahnter Zahnräder innerhalb entsprechender, von der Industrie akzeptierter Toleranzen aufweisen, waren nicht erfolgreich, da es nicht möglich war, die kritische radiale Abmessung des Abschnitts des Werkzeuges zu steuern, welches die abschließende Bearbeitung durchführt. In der Praxis tauchten diese Schwierigkeiten bei der Steuerung der gewünschten radialen Abmessung einer schrägen, sich erweiternden bzw. verjüngenden Oberfläche mit den erforderlichen kleinen Toleranzen auf, da jede Abweichung des Neigungswinkels in bezug auf die Achse des Werkzeuges oder jede Abweichung der Lage der Achse Fehler in bezug auf die radiale Abmessung hervorriefen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die die vorstehend aufgeführten Probleme und Schwierigkeiten beseitigt.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine Mehrzahl von Wirkflächen zur Herstellung des Zahnrades aus dem Rohling in einem einzigen, fortlaufenden Arbeitsgang aufweist:

35 a) eine den endgültigen Umriß des Zahnrades erzeugende Wirkfläche, die parallel zu der in axialer Richtung stattfindenden Relativbewegung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück verläuft und deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmessungen und die Form des fertigen Zahnrades bestimmen,

b) eine stirnseitige Wirkfläche, die senkrecht zu der den endgültigen Umriss erzeugenden Wirkfläche verläuft und dazu dient, der Form der Zähne entsprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten und

c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges geneigte Wirkfläche zwischen der den endgültigen Umriss erzeugenden Wirkfläche und der stirnseitigen Wirkfläche, wobei das Werkzeug gegenüber dem Werkstück mit konstanter Geschwindigkeit vorschrebar ist und die stirnseitige Wirkfläche im Werkstück Öffnungen formt, deren Form angenähert der Zahnform des herzustellenden Zahnrades entspricht, und die schräge Wirkfläche die so gebildeten Öffnungen auf die fertige, durch die Wirkfläche bestimmte Größe und Gestalt erweitert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Bearbeitung eines vollen Röhrlings aus elektrisch leitendem Material zur Herstellung eines Zahnrades in einem einzigen Arbeitsgang.

Fig. 2 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der Vorrichtung nach Fig. 1.

Fig. 3 einen Schnitt durch das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, das bereits teilweise in das Werkstück eingedrungen ist,

Fig. 4 eine Teildraufsicht auf das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug, wobei die vordere und die schräge Wirkfläche und die Abtragung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück veranschaulicht sind,

Fig. 5 einen Teilschnitt des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges gemäß der Linie 5-5 der Fig. 4, wobei die Abmessungen des Werkzeuges im einzelnen veranschaulicht sind,

Fig. 6 eine Ansicht eines ein Segment des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zahnes, und zwar als Schnitt gemäß der Linie 6-6 der Fig. 4,

Fig. 7 eine Ansicht von unten einer abgewandelten Ausführungsform des Werkzeuges zur elektrochemischen Bearbeitung, das mit zusätzlichem Material zwischen den nach innen vorstehenden Abschnitten desselben ausgerüstet ist, um die stromführende Kapazität des Werkzeuges zu verbessern.

Fig. 8 einen Schnitt gemäß der Linie 8-8 der Fig. 7.

Fig. 9 einen Schnitt einer abgewandelten Ausführungsform der Vorrichtung zur elektrochemischen Bearbeitung der Figuren 1 und 2, bei der das Werkstück gedreht wird, wenn es in das Werkzeug zur Bildung eines schräg verzahnten oder Schraubenrades vorgeschnitten wird.

Fig. 10 einen vergrößerten Querschnitt des elektrochemischen Werkzeuges zur Herstellung von schräg verzahnten oder Schraubenrädern, und zwar in Verbindung mit dem vollständigen Werkstück, das teilweise geschnitten dargestellt ist, nachdem es durch das Werkzeug bearbeitet wurde,

Fig. 11 eine Ansicht zweier Segmente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges bildenden Zähne, wobei die Isolierung in Richtung auf die Relativbewegung des Werkzeuges geneigt ist, um einen Zwischenraum zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug zu bilden, durch den der Elektrolyt strömt, und

Fig. 12 eine Ansicht zweier, die Elemente des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges der Fig. 10 bildenden Zähne, wobei beide Seiten der Isolierung geneigt sind, so daß entweder rechts oder links gerichtete, schräg verzahnte Zahnräder hergestellt werden können.

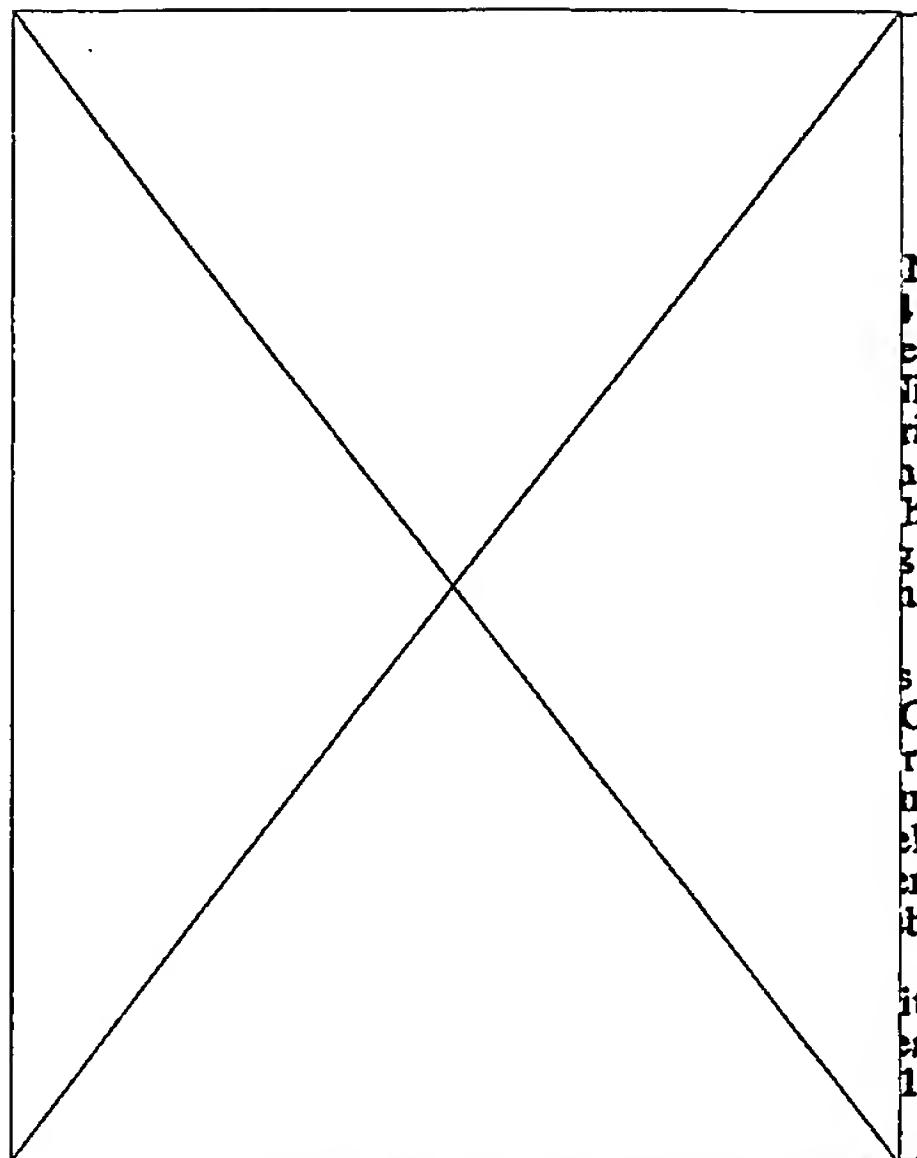
Das in den Fig. 1 und 2 dargestellte, die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug 10 ist an einem Basisteil 11 befestigt, das einen Hohlraum 12 aufweist. Ein Paar Richtbolzen 13 stehen über die obere Oberfläche des Basisteils 11 vor und werden von entsprechenden Richtlöchern 14 (Fig. 2 und 3) des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10 aufgenommen, um das Werkzeug an der gewünschten Stelle zu halten und eine Bewegung desselben in bezug auf das Basisteil bei Beginn des Betriebes der Maschine zu verhindern.

Der Hohlraum 12 in dem Basisteil 11 ist geringfügig größer als die innere Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der äußere Durchmesser des Werkzeuges. Das Basisteil 11, welches aus elektrisch leitendem Material, wie beispielsweise Stahl, hergestellt ist, ist gegen Korrosion durch eine Auskleidung aus Kunststoff geschützt, die darüber hinaus eine Streuung des elektrischen Stromes und damit eine unerwünschte Bearbeitung des Werkstückes verhindert. Die Kunststoffauskleidung ist in zwei Abschnitte 15 und 16 aufgeteilt, wobei eine Strömungsplatte 17 diese beiden Abschnitte voneinander trennt. Die Strömungsplatte dient unter anderem der Verteilung des Elektrolyten, so daß dieser gleichmäßig zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück strömt. Die Strömungsplatte 17 kann außerdem als Filter dienen, um die innere Fläche zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück vor Fremdteilen zu schützen, und dadurch das Auftreten einer unerwünschten elektrischen Leitung, die die endgültig gewünschte Oberfläche des Werkstückes zerstören würde, zu verhindern.

Eine Öffnung 18 im Inneren des Basisteiles 11 gestattet die Strömung des Elektrolyten in den unteren Hohlraum, durch die Strömungsplatte 17 und einen eventuell vorgesehenen Filter 17 in den oberen Hohlraum, von dem aus die Strömung in den Spalt zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück erfolgt. Das Einlaßrohr 20 für den Elektrolyten steht mit der Öffnung 18 in Verbindung und ist außerdem mit einer Auskleidung 21 aus Kunststoff versehen, um eine elektrochemische Bearbeitung in diesem Bereich zu verhindern. Das Basisteil 11 ist weiterhin mit einer Klemmplatte 19 versehen, die vollständig um den Umfang desselben verläuft und die der Befestigung an der Maschine dient, die die Bewegung des Werkstückes relativ zu dem Werkzeug 10 durchführt.

Eine Nut 25, die einen O-Ring 26 enthält, umgibt den Hohlraum 12 an der oberen Oberfläche des Basisteils 11. Dieser O-Ring bildet einen dichten Eingriff mit der unteren Oberfläche des die elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werkzeuges 10, um zu verhindern, daß der Elektrolyt zwischen dem Werkzeug und dem Basisteil 11 nach dem Zusammenbau der Vorrichtung auftritt.

Oberhalb des Werkzeuges 10 ist ein Niederdruckkopf 30 angeordnet, der einen Hohlraum 31 mit einem Durchmesser aufweist, der größer ist als der maximale Durchmesser des nicht fertiggestellten Werkstückes und des maximalen Durchmessers der Öffnung in dem Werkzeug 10, aber kleiner als der gesamte maximale



so daß der Niederdruckkopf im Uhrzeigersinn
derart gedreht werden kann, daß die Ansätze unter die
Köpfe der Bolzen 41 gelangen, woraufhin eine Befesti-

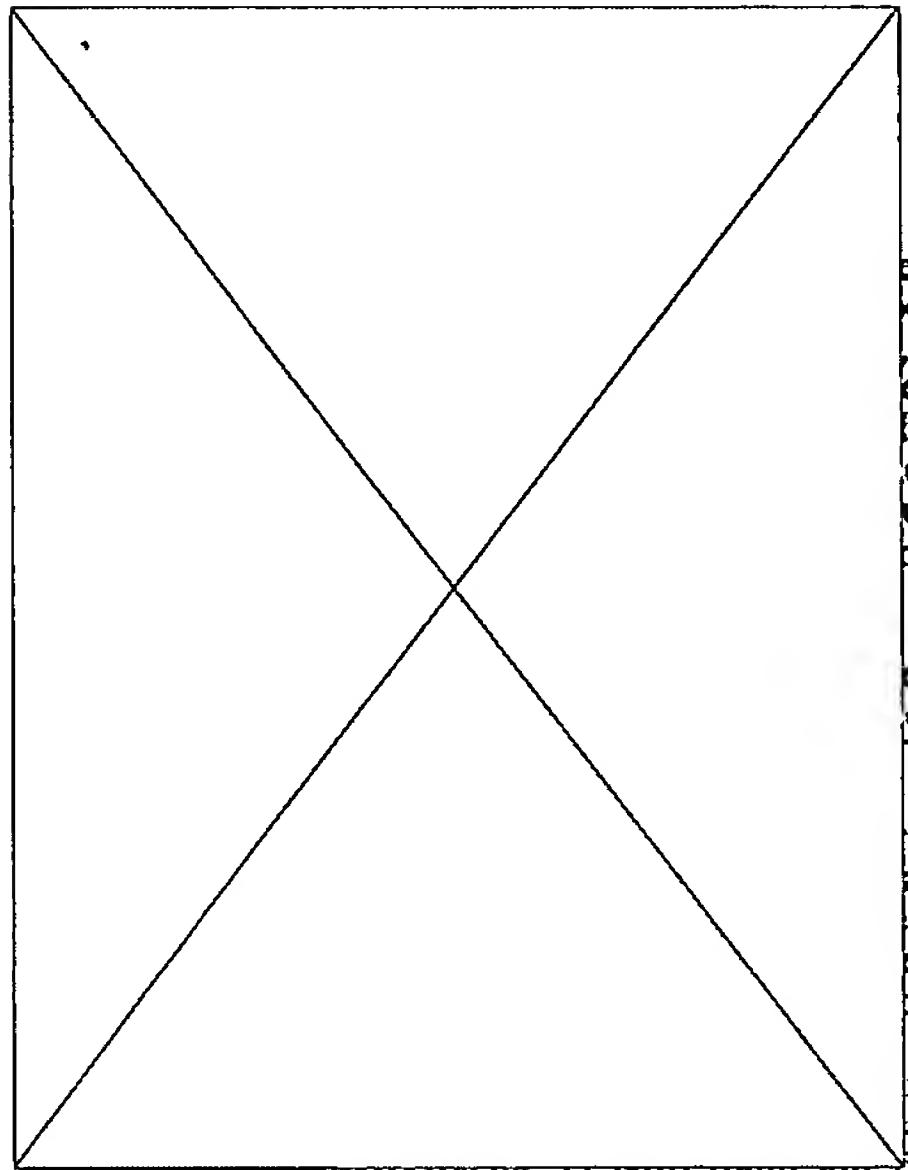
Niederdruckkopf 30
aus Kunststoff ver-
arbeitung desselben
Niederdruckkopf aus
rial hergestellt sein,
nden Elektrolyten
hr 32 für den Elek-
z 33 in dem oberen
n die Wand des Nic-

s Niederdruckkopfes
O-Ring 36 angeord-
r oberen Oberfläche
ung durchführenden
ektrolyten an einem
erflächen zu hindern,
baut und in Betrieb

it zwei Niederhalte-
en 41 zusammenwir-
1 eingeschraubt wer-
die Ansätze 40 ge-

Darstellung vergrößert dargestellt. Bei dem wirklichen,
ausgeführten Werkzeug ist diese Wirkfläche 55 prakt-
isch nichtsichtbar.

Bei der Konstruktion und Anfertigung eines eine
elektrochemische Bearbeitung durchführenden Werk-
zeuges dieser Art ist es wichtig, daß die Abmessungen
dieses Werkzeuges mit sehr kleinen Toleranzen einge-
halten werden, wenn eine genaue, endgültige Form eines
Gegenstandes gewünscht wird. Die die endgültige Bear-
beitung durchführende Wirkfläche 55 legt die endgültigen
Abmessungen und die Gestalt des herzustellenden
Gegenstandes fest. Die geringe axiale Ausdehnung oder
Breite der die endgültige Bearbeitung durchführenden
Wirkfläche 55 verhindert die Gesamtabtragung zwi-
schen dem Werkzeug und dem Werkstück und daher
auch die Gesamtabweichung der Abtragung, die durch
andere Faktoren, wie beispielsweise Schwankungen der
Spannung, der Elektrolyttemperatur und der Strömungs-
geschwindigkeit, bedingt sind. Die die endgültige Bear-
beitung durchführende Wirkfläche ist zur Bearbeitung
des Werkzeuges nicht unbedingt erforderlich, sie ist aber
zur genauen Dimensionierung und Gestaltung des Werk-
stückes erforderlich, da sie in sehr genauer Weise die
nach innen gerichteten Abmessungen der schrägen be-
arbeitenden Wirkfläche 55 festlegt.



reich und dadurch eine
eitung des Werkstückes
die mit der schrägen
gt die Breite A der die
hrenden Wirkfläche fest.
en gerichteten Abschnitt
verläuft von der die end
den Wirkfläche 55 bei
und ist daran anschlie
des Werkzeuges unter
erleichtert die Strömung
on und zwischen den be
Werkstückes und dem

kzeuges sind die anfangs
as größer als die endgül
uges. Eine ebene Fläche
el zu der vorderen bear
bildet, worauf die Isolie
Kunstharzes hergestellt
in die ebene Fläche 71
arbeitung durchführende
das gewünschte Maß ge
schliffen, wobei nicht nur ein Teil des Metalls, welches
schließlich die die endgültige Bearbeitung durchfüh
rende Wirkfläche bildet, sondern auch ein entsprechen
der Teil der Isolierung 70 entfernt wird, so daß diese
ohne Absatz in die die endgültige Bearbeitung durchfüh
rende Wirkfläche übergeht. Danach wird die schräge
Oberfläche 65 durch Bearbeitung der die endgültige Be
arbeitung durchführenden Wirkfläche unter einem be
stimmten Winkel ausgebildet.

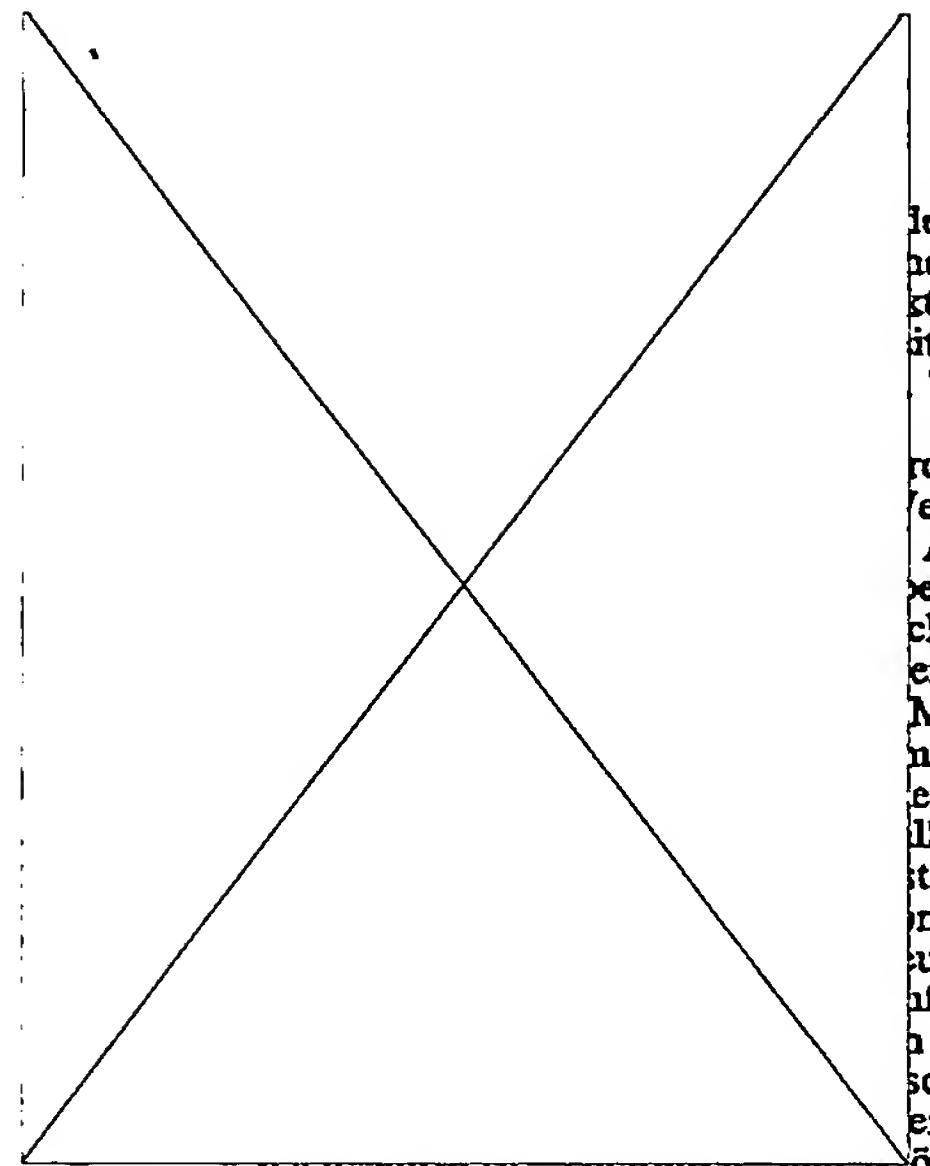
Bei dem zur Herstellung der Isolierung 70 verwendeten
Material handelt es sich um eines, das den gleichen
Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Ma
terial des Werkzeugs. Außerdem ist das Material der
Isolierung nicht porös, widerstandsfähig gegen die Auf
nahme von Feuchtigkeit, um auf diese Weise eine Leit
ung des elektrischen Stromes durch die Isolierung zum
Werkstück zu verhindern und in bezug auf den Elektro
lyten, der durch den Raum zwischen dem Werkzeug und
dem Werkstück strömt, verhältnismäßig chemisch neu
tral. Ein Material, welches zur Isolierung verwendet
wurde, ist ein Gießharz mit der Bezeichnung «RP-3260»

die die zwischen den Zähnen liegenden Abschnitte des
Zahnrades in dem Werkstück 50 ausbilden. Da die
stirnseitige Wirkfläche 50 senkrecht zur Bewegungsrich
tung des Werkstückes in bezug auf das Werkstück ver
läuft und da verschiedene bearbeitende Bereiche vorge
sehen sind, durch die eine unterschiedliche Mengenströ
mung des Elektrolyten über die verschiedenen stirnsei
tigen Wirkflächen bedingt ist, ist die Vorschubgeschwin
digkeit des Werkzeuges in das Werkstück zwangsläufig
begrenzt. Weiterhin ist die Vorschubgeschwindigkeit ge
ringer als die mögliche Vorschubgeschwindigkeit bei
Werkzeugen, die Gegenstände der beiden vorstehend er
wähnten Patentanmeldungen sind und bei denen das
Werkstück bereits vorausgehend bearbeitet wurde und
daher nur noch durch die schräge Wirkfläche bearbeitet
wird. Die stirnseitige Wirkfläche 60 bildet jedoch die
Öffnung oder eine Anzahl von Öffnungen in dem vollen
Rohling 50 aus.

Danach vergrößert die schräge Wirkfläche 65 die
Öffnung auf die gewünschte, endgültige Form und Ge
stalt. Wie bereits vorstehend erwähnt, wird die schräge
Wirkfläche so kurz wie möglich gehalten, um eine an
gemessene und gleichmäßige Strömung des Elektrolyten
zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück sicherzu
stellen. Die die endgültige Bearbeitung durchführende
Wirkfläche 55 legt die endgültige Gestalt und Abmes
sung des Werkstückes fest.

In den Fig. 7 und 8 ist eine andere Ausführungsform
der Erfindung veranschaulicht. Fig. 7 zeigt eine Ansicht
eines eine elektrochemische Bearbeitung durchführen
den Werkzeuges von unten, wobei die Isolierung zu
Darstellung der verbesserten Konstruktionsmerkmale
des Werkzeuges teilweise weggelassen wurde. Fig. 8
zeigt einen Querschnitt einer einzelnen, nach innen ver
laufenden Rippe. Jede der nach innen verlaufenden oder
vorstehenden Rippen 75 ist mit einem Steg 76 versehen
der eine Verlängerung des Körpers des Werkzeuges bil
det. Hierdurch wird ein größerer Bereich zur Verfügung
gestellt, durch den der elektrische Strom fließen kann
damit das Werkzeug, bedingt durch den verminderter
Abfall von $J \cdot R$, kühler bleibt, da der Widerstand des
Werkzeuges geringer wird. Die Stege 76 verbessern au
ßerdem die mechanische Stabilität des Werkzeuges.

Der Elektrolyt wird dem Hohlraum 12 in dem Ba



tereintreten in den und dem Werkstück Elektrolyt auch vor Be- stützung erwärmt und Temperatur gehal-

ten im Bereich Werkstück zu verhindern. Austrittsleitung 32 besonderen Ausführ- 5 k 3,5 kg/cm². Be- eringen Druck kann Material hergestellt n Material kann es er dergleichen, aber ill handeln.

stelle Ausführungs- 10 n Öffnungen in der zuges auf, und jede übren Bereich des n Weg für den Elek- schnitt der vorderen en Bearbeitungsbe-

50ere Vorschubge- schwindigkeiten möglich, da die Strömungscharakteristi- 15 ken des Elektrolyten verbessert und die Möglichkeit von Kavitation vermindert sind. In Fig. 8 sind diese Öffnungen durch Bohren einer Anzahl verhältnismäßig kleiner Löcher 77 gebildet, die senkrecht zur sturmseitigen Wirk- fläche verlaufen, wobei ein Loch in jedem radial verlaufenden, einen Zahn bildenden Mittel ausgebildet ist. Eine entsprechende Anzahl von Löchern 78, die radial durch den Körper des Werkzeuges zu dem außen gelegenen Umfangsbereich verlaufen, stehen mit den Löchern 77 im Inneren des Werkzeuges in Verbindung. Es ist auch möglich, die Löcher derart diagonal verlaufend anzuordnen, daß sie von der sturmseitigen Wirkfläche zum Außenbereich des Körpers des Werkzeuges verlaufen.

Wenn ein derartiges Werkzeug in Verbindung mit der Vorrichtung der Fig. 1 verwendet wird, strömt ein Teil des Elektrolyten durch die Löcher 78 nach außen und nicht in den Hohlräum 31. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß das Volumen des Elektrolyten, das durch diese Löcher strömt, nicht groß genug ist, um

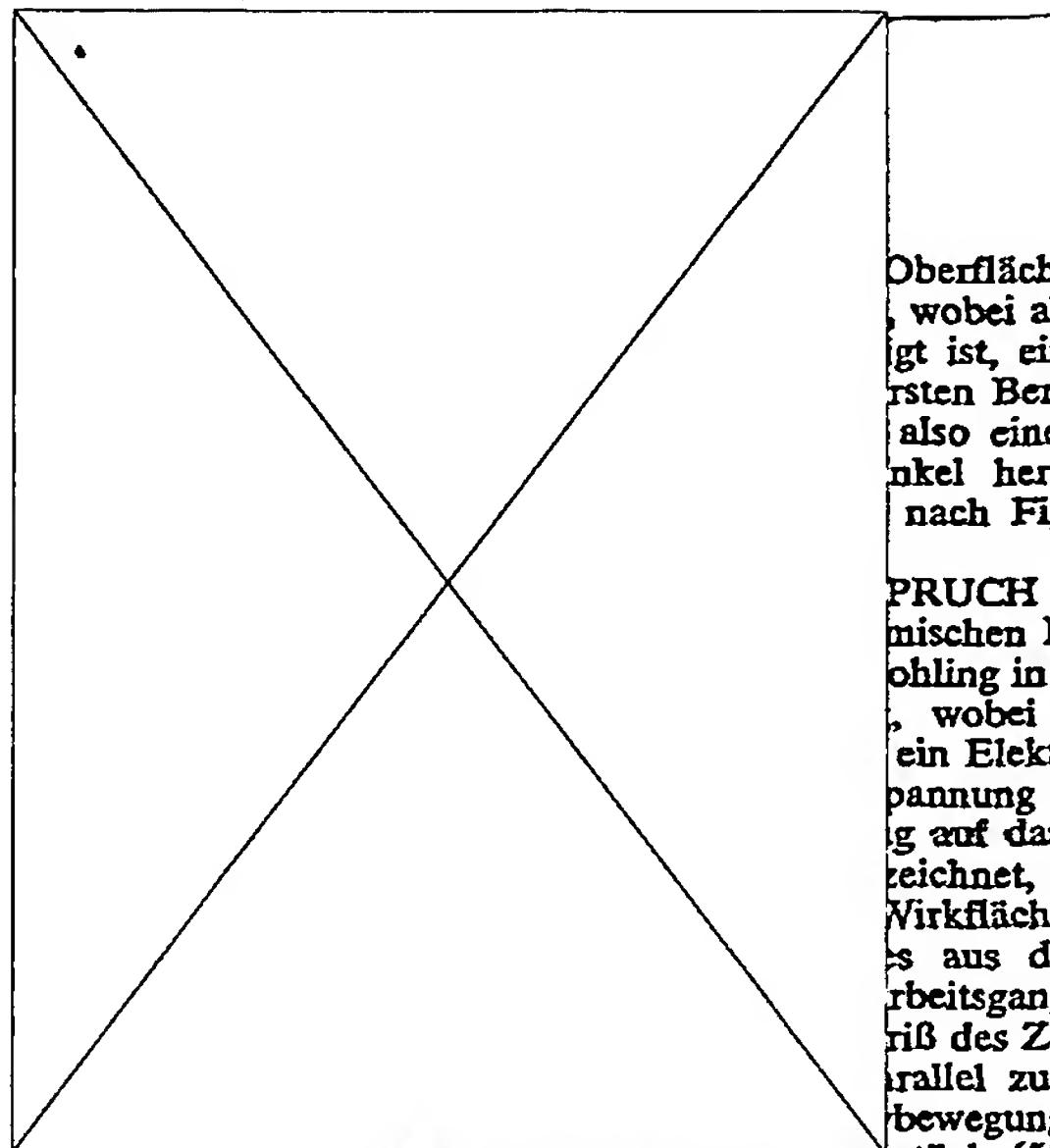
schraubenförmiger Zahnräder mit Hilfe der elektrochemischen Bearbeitung, ausgehend von einem vollen Rohling in einem einzigen Arbeitsgang, wobei das Werkstück während des Vorschubes in das Werkzeug gedreht wird.

Aus Fig. 9 ist zu entnehmen, daß der Werkstückhalter 45 an einer Abstützung 80 drehbar befestigt ist, die das Werkstück 50 im wesentlichen mit konstanter Geschwindigkeit in und durch das die elektrochemische Bearbeitung durchführende Werkzeug 10 vorschreibt. Der Werkstückhalter 45 ist an einer Lagereinheit 85 mit Hilfe von Schrauben 86 über einen Flansch 87 befestigt. Die Einzelheiten dieser Lagereinheit 85 bilden keinen Teil der vorliegenden Erfindung. Die Lagereinheit ist derart konstruiert, daß der Werkstückhalter 45 nur um seine Achse drehbar und nicht axial oder seitlich mit dem Werkstückhalter 45 relativ zur Abstützung 80 während des Betriebs drehbar ist.

Eine am Niederdruckkopf 30 befestigte Büchse 90 20 umgibt den Werkstückhalter 45 und ist mit einem schraubenförmigen Schlitz 91 versehen, in dem ein Bolzen 92 verschiebbar angeordnet ist, der wiederum über den Werkstückhalter 45 nach außen vorsteht. Bei Bewegung des Werkstückhalters 45 nach unten wirkt der Bolzen 92 zusammen mit dem Schlitz 91 derart, daß der Werkstückhalter und damit das Werkstück 50 in bezug auf das Werkzeug 10 gedreht werden.

Das Werkzeug 10 ist im Querschnitt in Fig. 10 dargestellt und entspricht im wesentlichen dem Werkzeug der Fig. 3. Das fertiggestellte Zahnräder weist eine Schrägverzahnung auf, deren Winkel durch den Winkel des Schlitzes 91 in der Büchse 90 festgelegt ist. Die bearbeitenden Wirkflächen des Werkzeuges 10 entsprechen denjenigen, die bereits beschrieben wurden. Um jedoch die relative Drehbewegung zwischen den bearbeitenden Zähnen an dem Werkstück und dem Werkzeug zu berücksichtigen, ist die Isolierung 70 gegen die Drehachse unter einem Winkel τ geneigt, der etwas größer ist als der Schrägverzahnungswinkel des hergestellten Zahnrades, und zwar, um eine Strömung des Elektrolyten zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug über sämtliche bearbeitenden Wirkflächen zu erlauben.

Wie in Fig. 11 veranschaulicht, ist die Isolierung 70 nur an der Seite des nach innen verlaufenden, den Zahn bildenden Abschnittes des Werkzeuges, die sonst das



Oberflächen den voraus, wobei aber der Winkel, ^{igt ist, eingeschränkt ist,} ersten Bereich des Werk- also eine Schrägverzahnung ^{hervorgerufen werden} kann nach Fig. 11 vorzuzie-

PRUCH
mischen Herstellung von Rohling in einem einzigen, wobei zwischen dem ein Elektrolyt hindurch- pannung derart angelegt auf das Werkzeug die zeichnet, daß das Werk- Wirkflächen (55, 65, 60) aus dem Rohling in rbeitsgang aufweist:
riß des Zahnrades erzeugt parallel zu der in axialer bewegung zwischen dem

werkzeug (10) und dem werkstück (50) verläuft und deren Abmessungen und Gestalt die endgültigen Abmessungen und die Form des fertigen Zahnrades bestimmen,

b) eine stürnseitige Wirkfläche (60), die senkrecht zu der den endgültigen Umriß erzeugenden Wirkfläche (55) verläuft und dazu dient, der Form der Zähne entsprechende Ausnehmungen herauszuarbeiten, und
c) eine schräge, zur Längsachse des Werkzeuges ge-

12

(31) zur Erzeugung eines Gegendrucks zwecks Vermeidung von Kavitation des Elektrolyten im Raum zwischen Werkzeug und Werkstück.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächen zur Herstellung der Zähne des Werkstückes (50) auf der äußeren Peripherie des Werkzeuges (10) angeordnet sind.

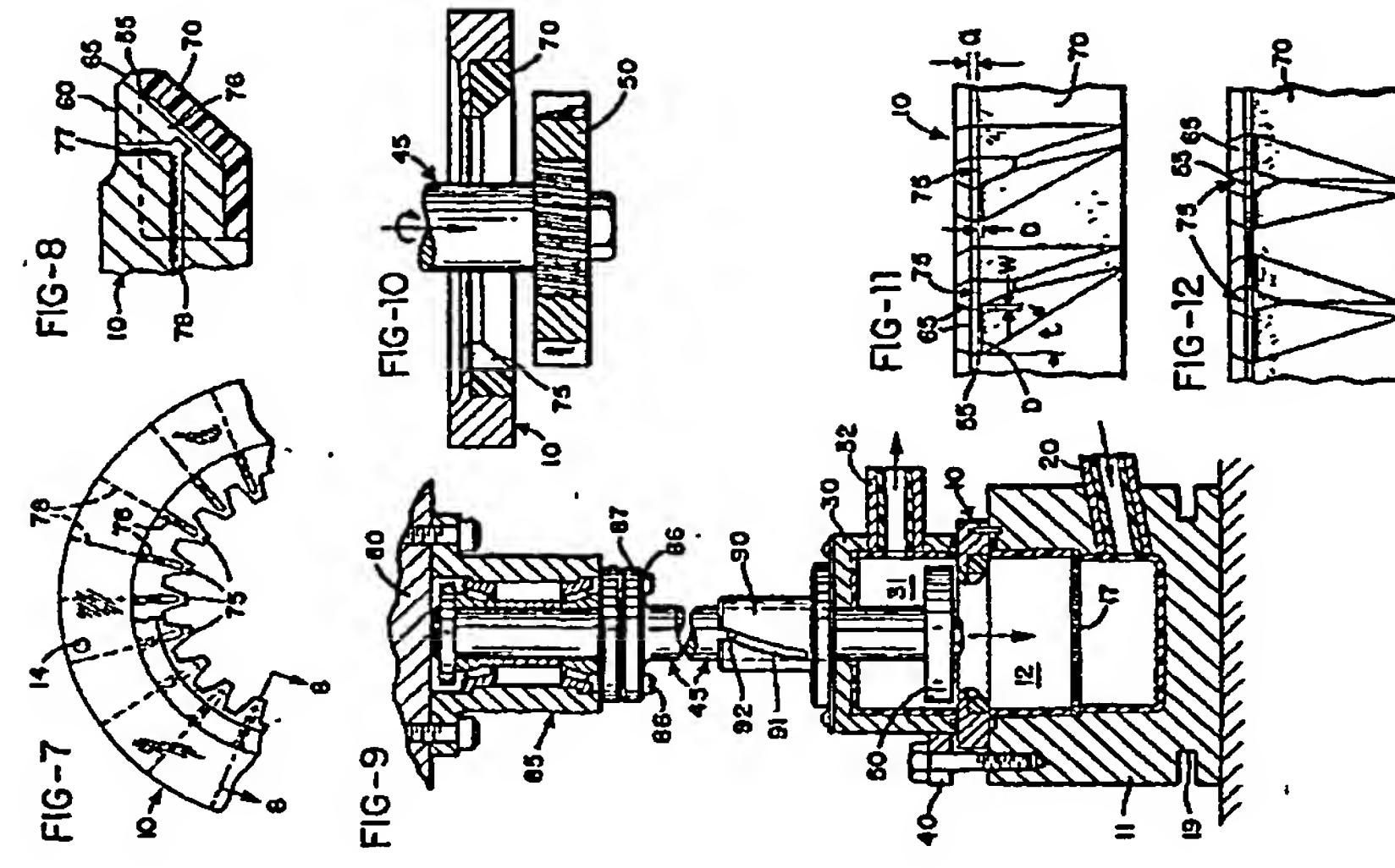
5. Vorrichtung nach Patentanspruch oder Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkflächen zur Herstellung der Zähne des Werkstückes (50) auf einer inneren Peripherie des Werkzeuges (10) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das in bezug auf das Werkzeug (10) mit Hilfe eines Werkstückhalters (45) vorschiebar angeordnete Werkstück (50) drehbar angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Werkzeughalter (45) ein Stift (92) angeordnet ist, der in einem ortsfesten, schräg verlaufenden Schlitz (91) geführt ist.

8. Vorrichtung nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (50) im Uhrzeigersinn drehbar ist.

9. Vorrichtung nach den Unteransprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierung (70) wenigstens hinter einer der beiden, die Zahnflanken erzeugenden Partien der Wirkfläche (55) bis zum unteren Ende des Werkzeuges (10) unter einem Winkel (α) verläuft, der größer ist als der Schrägverzahnungs- oder Schraubewinkel des herzustellenden Zahnrades (50) (Fig. 9 bis 12).



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.